

рис.1. Петли гистерезиса пленок DyCo/Bi/NiFe с разной толщиной слоя Bi вблизи комнатной температуры

Также было получено, что с уменьшением толщины Bi влияние магнитомягкого слоя на магнито жесткий возрастает, это означает, что растет обменное взаимодействие. Также падает коэрцитивная сила, что может быть связано с тем, что магнитомягкий слой сильнее подмагничивает магнито жесткий. Другой причиной уменьшения коэрцитивной силы может быть образование интерфейса. Как показано в работе [3], интерфейс висмут-пермаллой не влияет на магнитные свойства структуры. А в случае интерфейса DyCo-висмут могут образовываться соединения – пниктогениды, которые могут оказывать влияние на общее магнитное состояние.

В зависимости от толщины слоя Bi точка компенсации может как существовать и смещаться по температурной оси (при толщине висмута  $d(\text{Bi}) > 0$  нм), так и вовсе отсутствовать (при  $d(\text{Bi}) = 0$  нм). В первом случае взаимодействие между слоями DyCo и NiFe носит антиферромагнитный характер. Во втором случае, когда точка компенсации отсутствует, мы имеем дело с ферромагнитным взаимодействием между слоями.

Список публикаций:

- [1] Огнев, А. В. Анизотропия и микромагнитная структура низкоразмерных ферромагнетиков: дис. ... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.11 / Огнев Алексей Вячеславович. – Владивосток, 2016. – С. 276.  
 [2] Звездин, К. А. Особенности переманичивания трехслойных наноструктур / К. А. Звездин // Физика твердого тела. – 2000. – Т. 42, № 1. – С. 116–120.  
 [3] Патрин, Г. С. Влияние интерфейса на магнитное состояние в двухслойных пленках системы Fe–Bi / Г. С. Патрин, В. Ю. Яковчук, С. А. Яриков и др. // Письма в ЖТФ. – 2019. – Т. 45, № 10.

## Магнитные свойства сплавов $\text{Fe}_2\text{NiX}$ ( $\text{X} = \text{Cr}, \text{Co}$ ), подвергнутых интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением

<sup>1</sup>Гаврилова Мария Алексеевна

<sup>1,2</sup>Таскаев Сергей Валерьевич, <sup>3</sup>Гундеров Дмитрий Валерьевич, <sup>1,2,4</sup>Ульянов Максим Николаевич

<sup>1</sup>Челябинский государственный университет

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

<sup>3</sup>Институт физики молекул и кристаллов РАН

<sup>4</sup>Балтийский федеральный университет имени И. Канта

[mx-39@yandex.ru](mailto:mx-39@yandex.ru)

XXI век – век технического прогресса, требующего большого количества материалов со специальными свойствами, а также век, когда люди начали принимать меры по сохранению редких природных ресурсов. Сочетание этих двух противоположностей заставляет ученых со всего мира работать над созданием материалов с необходимыми параметрами из элементов, которые широко распространены на Земле. В настоящее время постоянные магниты пользуются большим спросом, и, следовательно, существует необходимость в создании таких материалов, которые не будут включать редкоземельные элементы [1].

Одним из методов получения материалов с заданными магнитными и структурными свойствами является интенсивная пластическая деформация. Интенсивная пластическая деформация может быть выполнена различными способами. В этой работе мы сообщаем о влиянии интенсивной пластической деформации при кручении под высоким давлением (НПТ) на магнитные свойства перспективных материалов для создания

свободного редкоземельного перманента Fe-Ni-X (X = Cr, Co). Прикладная важность обусловлена самым широким применением постоянных магнитов, поскольку они являются важными компонентами в таких устройствах, как электродвигатели, динамики, компьютеры, проигрыватели компакт-дисков, микроволновые печи, игрушки и холодильники и т. Д. Однако в международной научной работе почти нет информация о влиянии интенсивной пластической деформации на магнитную анизотропию и свойства магнитных материалов.

Авторы благодарят проект Российского научного фонда № 19-72-00047 и российский академический проект 5-100 Балтийского федерального университета им. И. Канта.

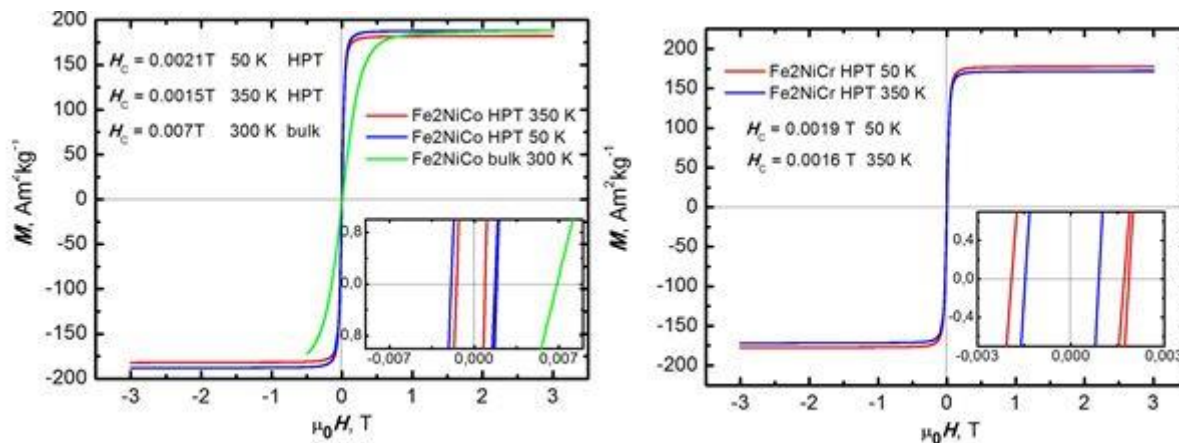


рис. 1. Магнитные свойства литых сплавов и сплавов, подвергнутых интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением  $Fe_2NiX$  (X = Cr, Co).

Список публикаций:

[1] Lewis L.H., Mubarak A., Poirier E., Bordeaux N., Manchanda P., Kashyap A., Skomski R., Goldstein J., Pinkerton F.E., Mishra R.K., Kubic R.C. Jr, Barmak K., *J Phys. Condens. Matter.* 26, 6, 064213 (2014).

## Исследование магнитных свойств перспективных постоянных магнитов Sm-Zr-Fe-V

<sup>1</sup>Гаврилова Мария Алексеевна

<sup>1,2,4</sup>Ульянов Максим Николаевич, <sup>1,2</sup>Таскаев Сергей Валерьевич, <sup>3</sup>Гундеров Дмитрий Валерьевич, <sup>5</sup>Аникин Максим Сергеевич, <sup>5</sup>Уржумцев Андрей Николаевич

<sup>1</sup>Челябинский государственный университет

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

<sup>3</sup>Институт физики молекул и кристаллов РАН

<sup>4</sup>Балтийский федеральный университет имени И. Канта

<sup>5</sup>Уральский федеральный университет

Таскаев Сергей Валерьевич

[mariya-fks@mail.ru](mailto:mariya-fks@mail.ru)

Редкоземельные (РЗ) сплавы являются основой постоянных магнитов. Недавнее повышение цен на редкоземельные элементы подтолкнуло индустрию к поиску путей снижения содержания РЗ в магнитотвердых материалах. По этой причине в центре внимания оказались сильные магниты со структурой типа  $ThMn_{12}$ .

К важным свойствам постоянных магнитов относятся их коэрцитивность, остаточная намагниченность и энергетический продукт [1]. Существуют два основных способа достижения больших значений этих свойств, необходимых для современных задач. Во-первых, микроструктура материала может быть оптимизирована (в нашем случае с помощью интенсивной пластической деформации), чтобы предотвратить вращение ферромагнитных доменов. Вторым фактором является внутренняя спин-орбитальная связь электронов, которая заставляет спины выравниваться вдоль определенного кристаллографического направления, вызывая энергию магнитокристаллической анизотропии материала. Как показано в [2-4], интенсивная пластическая деформация оказывает большое влияние на магнитные свойства 4-f элементов.

В данной работе мы сообщаем о результатах исследования магнитных свойств сплавов Sm-Zr-Fe-V, которые будут исследованы после воздействия интенсивной пластической деформации с использованием